

## Гиратор на основе слоистой магнитострикционно-пьезоэлектрической структуры с неоднородной магнитной компонентой

*Сергеев Иван Сергеевич*

*Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого*

*Петров Владимир Михайлович*

*[servanser@mail.ru](mailto:servanser@mail.ru)*

Невзаимный идеальный гиратор впервые был предложен в 1948 г. Теллегеном [1]. Гиратор используется в качестве преобразователя напряжения в ток или тока в напряжение, а также емкостного сопротивления в индуктивное или индуктивного сопротивления в емкостное сопротивление.

Для использования слоистой магнитострикционно-пьезоэлектрической структуры в качестве гиратора необходимо приложение подмагничивающего поля [2]. Для практического применения гиратора более предпочтительной является слоистая структура, позволяющая получить внутреннее постоянное магнитное поле и отказаться от использования внешнего подмагничивающего поля [3]. Одним из вариантов такой структуры может служить магнитострикционно-пьезоэлектрическая структура, в которой используется неоднородный по составу магнитострикционный материал, что является условием для создания внутреннего постоянного магнитного поля.

В данной работе изучаются гираторные свойства слоистой магнитострикционно-пьезоэлектрической структуры с неоднородной по составу магнитострикционной компонентой, работающей без внешнего подмагничивающего поля. В качестве примера рассмотрена структура гиратора на основе слоев метгласа и цирконата-титаната свинца (ЦТС), в состав которой введен дополнительный слой никель-цинкового феррита. Ожидается, что это решение позволит отказаться от использования внешнего постоянного магнитного поля.

Слоистая структура состава метглас-никель-цинковый феррит - ЦТС была изготовлена методом склеивания. С целью контроля качества образца проведено измерение прямого магнитоэлектрического (МЭ) эффекта при помещении образца в намагничивающую катушку. Наведенное электрическое напряжение наблюдалось на экране осциллографа. Полученная амплитудно-частотная характеристика гиратора (рис. 1). Следует отметить, что график на рис. 1 получен без использования внешнего постоянного магнитного поля.

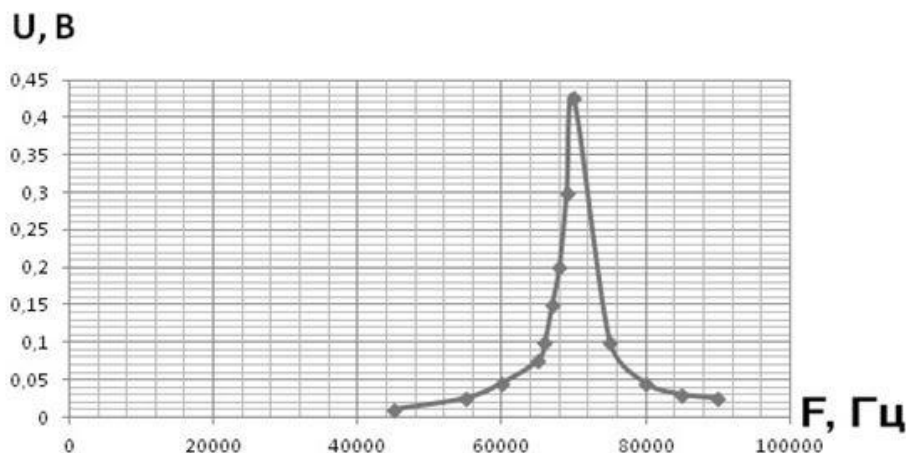


рис.2 - График зависимости индуцированного напряжения от частоты

Проверка гираторных свойств слоистой структуры при преобразовании емкости и индуктивности производилась с помощью LCR-метра «Programmable LCR Bridge HM8118». В ходе эксперимента исследовался эффект гирации (преобразование индуктивности в емкость и емкости в индуктивность). Изменение индуктивности внешних катушек, подключенных параллельно основной катушке, приводило к незначительному изменению выходной емкости. Результаты измерений (рис. 2).

В результате получена новая структура, которая позволяет использовать гиратор, без внешнего постоянного магнитного поля. Параметры данной структуры стабильнее, чем без никель-цинкового феррита.

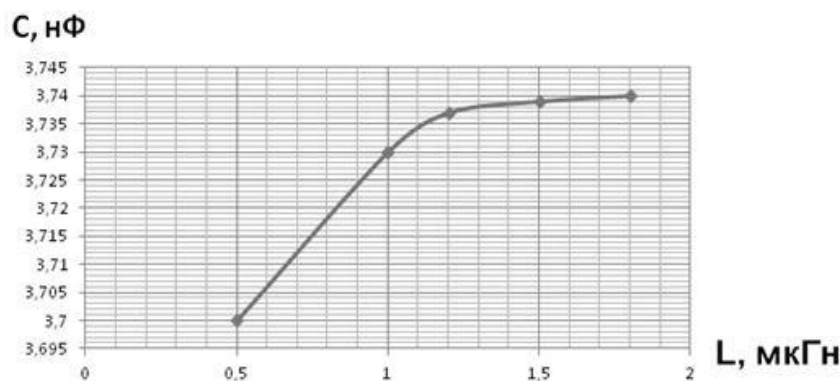


рис.3 - График зависимости индуктивности от емкости

Список публикаций:

- [1]Tellegen B.D.H. The gyrator, a new electric network element // Philips Res. 1948. V.3. Issue 81. P.388-409.  
 [2]Магнитоэлектрический эффект в композиционных материалах / М.И. Бичурин, В.М. Петров, Д.А. Филиппов, Г. Сринивасан; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2005 – 226с.  
 [3]A Highly Efficient Self-Biased Nickel-Zinc Ferrite/Metglas/PZT Magnetolectric Gyrator Chung Ming Leung, G. Sreenivasulu, Xin Zhuang, Xiao Tang, Min Gao, Junran Xu, Jiefang Li, Jitao Zhang, G. Srinivasan, and D. Viehland Phys. Status Solidi RRL 2018.

## Влияние размагничивающих полей на краях тонких пленок на параметры эффективной магнитной анизотропии: теория и эксперимент

**Скоморохов Георгий Витальевич**

Соловьев Платон Николаевич, Изотов Андрей Викторович, Беляев Борис Афанасьевич

Институт физики им. Л.В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН

[tornadobak@mail.ru](mailto:tornadobak@mail.ru)

Одним из главных отличий наноматериалов от их массивных «собратьев» является решающая роль поверхности при формировании свойств всего материала. В частности, в магнитных наноструктурах такие явления как поверхностная магнитная анизотропия, обменное межслоевое взаимодействие, механические напряжения на границах раздела поверхностей во многом определяют характеристики образцов в целом. В настоящей работе, теоретически и экспериментально исследуется влияние размагничивающих полей, возникающих на краях тонких магнитных пленок, на их эффективную магнитную анизотропию.

Методом DC-магнетронного распыления были изготовлены тонкие пленки пермаллоя толщиной 60 нм. Пленки осаждались во внешнем магнитном поле  $H$ , которое индуцировало в них одноосную магнитную анизотропию, с осью легкого намагничивания (ОЛН) направленной параллельно полю  $H$ . С помощью сканирующего спектрометра ферромагнитного резонанса (ФМР) [1], при фиксированной частоте возбуждающего поля 2.3 ГГц, были измерены угловые зависимости резонансного поля на локальных участках (диаметром 1 мм) на поверхности пленки, а из них определены параметры одноосной магнитной анизотропии [2]. Оказалось, что поле эффективной магнитной анизотропии  $H_{\text{keff}}$  увеличивается почти на 20% относительно центра вблизи тех краев пленки, которые были ориентированы параллельно приложенному в ходе напыления образцов магнитному полю  $H$ , и уменьшается примерно на ту же величину вблизи краев, перпендикулярных  $H$  (рис. 1б). Для объяснения обнаруженных эффектов была предложена простая теоретическая модель.

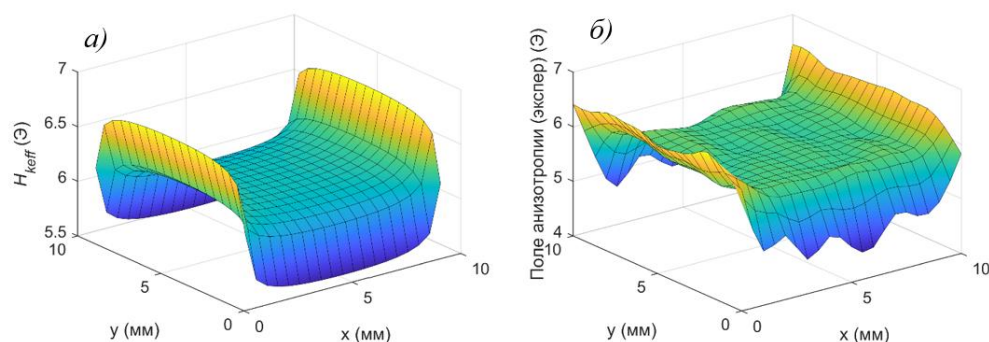


рис.1. Распределение поля эффективной магнитной анизотропии  $H_{\text{keff}}$  по площади пленки, (а) расчет, (б) эксперимент.